

多层钢框架结构设计实例详解

——手算与PKPM应用

● 周俐俐 编著

中国建筑工业出版社

中国书画函授大学肇庆分校建校二十周年纪念册

——肇庆分校建校二十周年纪念册

中国书画函授大学肇庆分校建校二十周年纪念册

多层钢框架结构设计实例详解

——手算与 PKPM 应用

周俐俐 编著

责任编辑：王 静
封面设计：张 虹
版式设计：张 虹

多层钢框架结构设计实例详解——手算与 PKPM 应用

周俐俐 编著

中国建筑工业出版社（北京）

地址：北京市丰台区右安门内大街 26 号

邮政编码：100054

电话：(010) 6833 9111

开本：787×1092 毫米 1/16 印张：25 字数：512 千字

2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

定价：29.00 元

中国建筑工业出版社

地址：北京市丰台区右安门内大街 26 号

邮政编码：100054

电话：(010) 6833 9111

图书在版编目 (CIP) 数据

多层钢框架结构设计实例详解: 手算与 PKPM 应用/周俐俐编著.

北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 10

ISBN 978-7-112-15985-7

I. ①多… II. ①周… III. ①多层结构-钢结构-框架结构-结构设计-高等学校-教学参考资料 IV. ①TU375.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 242547 号

本书依据现行《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)、《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ 99—98) 等国家标准和规范编写, 通过丰富的设计计算实例和设计资料, 完整阐述了多层钢框架结构设计的手算过程和电算过程。编写内容丰富翔实、实用性强。

全书的主要内容包括钢框架结构设计必备知识、钢框架结构设计手算实例、钢框架结构设计电算实例 (包括模型、荷载与结构平面图、SATWE 部分、构件和节点设计部分、JCCAD 部分、钢框架办公楼结构施工图等 5 部分) 和钢框架 PK 电算结果与手算结果对比分析。

本书可供高等学校土木工程专业、高等专科学校和高等职业技术学院房屋建筑工程专业学生毕业设计时使用, 也可供自学考试、网络教育、函授本 (专) 科、电大、职工大学、中专学生及工程结构设计人员等不同层次的读者参考。

责任编辑: 王 梅 武晓涛

责任设计: 张 虹

责任校对: 张 颖 赵 颖

多层钢框架结构设计实例详解——手算与 PKPM 应用

周俐俐 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京楠竹文化发展有限公司制版

北京市安泰印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 27 字数: 673 千字

2014 年 1 月第一版 2014 年 1 月第一次印刷

定价: 59.00 元

ISBN 978-7-112-15985-7

(24778)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前言

PKPM 系列程序是中国建筑科学研究院开发的土木建筑结构设计软件, 包含结构、特种结构、建筑、设备、钢结构、节能等设计部分。该系列程序在全国大部分建筑设计院的建筑结构设计中得到广泛应用。目前许多高校土木工程专业都以应用较广泛的框架结构(钢框架或者钢筋混凝土框架)作为毕业设计的内容, 即要求学生在结构设计中采用手算为主、电算(一般采用 PKPM 系列程序)复核的方法, 完成结构设计任务。

本书是为指导进行毕业设计的大学本科(专科)高年级学生和刚参加工作的结构设计人员而编写的。在编写过程中, 编者结合近二十年的教学心得和工程实践经验, 采用国家现行的有关设计规范、规程和标准, 编入了大量的设计计算实例, 系统、完整、详尽地阐述了多层钢框架结构的手算过程和电算过程。其中手算过程可使学生较好地地了解多层钢框架结构设计的全过程, 较深入地掌握钢框架的设计方法, 较全面地学习综合运用力学、材料、结构、抗震等方面知识的能力, 为今后的工作奠定更扎实的基础。电算过程则可使学生毕业后能尽快地胜任设计工作, 然后再在实践中逐步提高。本书编写体系简明扼要、重点突出, 编写内容丰富翔实、实用性强。

本书的主要内容包括钢框架结构设计必备知识、钢框架结构设计手算实例、钢框架结构设计电算实例(包括模型、荷载与结构平面图、SATWE 部分、构件和节点设计部分、JCCAD 部分、钢框架办公楼结构施工图等 5 部分)和钢框架 PK 电算结果与手算结果对比分析。本书设计内容依据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ 3—2010)、《钢结构设计规范》(GB 50017—2003)、《高层民用建筑钢结构技术规程》(JGJ 99—98)等国家现行规范和规程。电算内容依据中国建筑科学研究院 PKPMCAD 工程部 PKPM 系列软件。

本书可供高等学校土木工程专业、高等专科学校和高等职业技术学院房屋建筑工程专业学生毕业设计时使用, 也可供自学考试、网络教育、函授本(专)科、电大、职工大学、中专学生及工程结构设计人员等不同层次的读者参考。本书也可作为土木工程专业钢结构计算机辅助设计课程的教材使用。

本书由周俐俐(一级注册结构工程师)编著完成。在编写过程中, 张志强、张吉铭、周珂参加了框架部分内力计算, 在此表示感谢。

本书在编写过程中参考了大量的文献资料, 在此, 谨向这些文献的作者表示衷心的感谢。虽然编写工作是努力和认真的, 但是由于水平有限, 错误和不当之处依然难免, 恳请读者惠予指正。

周俐俐

2013 年 9 月

于西南科技大学科大花园

目 录

第 1 章 钢框架结构设计必备知识	1
1.1 多层钢框架结构布置	1
1.1.1 多层钢框架结构体系	1
1.1.2 结构平面布置	2
1.1.3 结构竖向布置	4
1.1.4 抗侧力构件布置	4
1.2 钢框架结构设计基本要求	4
1.2.1 结构承载力计算	4
1.2.2 结构变形验算	5
1.2.3 荷载效应组合	8
1.3 设计指标	9
1.3.1 钢材的强度设计值	9
1.3.2 连接的强度设计值	9
1.3.3 结构构件和连接的强度设计值折减系数	9
1.4 构件设计	9
1.4.1 钢梁	10
1.4.2 钢柱	18
1.4.3 中心支撑	27
1.5 节点和连接设计	28
1.5.1 框架梁柱节点设计	28
1.5.2 梁与柱的连接	31
1.5.3 梁与梁的连接	31
1.5.4 梁与梁的拼接	32
1.5.5 柱与柱的拼接	33
1.5.6 钢梁与混凝土构件的连接	34
1.5.7 钢梁腹板洞口的补强	34
1.6 柱脚设计	36
1.6.1 柱脚的构造	36
1.6.2 铰接柱脚	36
1.6.3 刚接柱脚	39
1.7 楼板设计	41
1.7.1 钢筋混凝土楼板	41

1.7.2	压型钢板组合楼板	42
1.8	基础设计	44
1.8.1	柱下独立基础设计	44
1.8.2	联合基础设计	45
第2章	钢框架结构设计手算实例	47
2.1	工程概况	47
2.2	设计资料	47
2.2.1	工程地质条件	47
2.2.2	气象资料	60
2.2.3	抗震设防烈度	60
2.2.4	材料	60
2.3	结构平面布置	60
2.3.1	结构平面布置图	60
2.3.2	梁柱截面初估	60
2.4	楼板设计	70
2.4.1	楼板荷载	71
2.4.2	楼板配筋计算	74
2.5	横向框架在竖向荷载作用下的计算简图及内力计算	77
2.5.1	横向框架在恒荷载作用下的计算简图	79
2.5.2	横向框架在活荷载作用下的计算简图	102
2.5.3	横向框架在重力荷载代表值作用下的计算简图	110
2.5.4	横向框架在恒荷载作用下的内力计算	117
2.5.5	横向框架在活荷载作用下的内力计算	129
2.5.6	横向框架在重力荷载作用下的内力计算	132
2.6	横向框架在风荷载作用下的内力和位移计算	136
2.6.1	横向框架在风荷载作用下的计算简图	136
2.6.2	横向框架在风荷载作用下的位移计算	142
2.6.3	横向框架在风荷载作用下的内力计算	144
2.7	横向框架在水平地震作用下的内力和位移计算	149
2.7.1	重力荷载代表值计算	149
2.7.2	横向框架的水平地震作用和位移计算	153
2.7.3	横向框架在水平地震作用下的内力计算	157
2.8	框架梁柱内力组合	161
2.8.1	一般规定	161
2.8.2	框架梁内力组合	163
2.8.3	框架柱内力组合	165
2.9	截面验算	167
2.9.1	框架梁截面验算	167

2.9.2	框架柱截面验算	170
2.9.3	节点抗震验算	174
2.10	楼梯设计	175
2.10.1	楼梯梁设计	175
2.10.2	踏步设计	178
2.10.3	平台板设计	179
2.10.4	平台梁设计	180
2.10.5	梯柱设计	182
第3章	钢框架结构设计电算实例——模型、荷载与结构平面图	184
3.1	三维模型与荷载输入	185
3.1.1	输入前准备	185
3.1.2	设计条件	185
3.1.3	定义第1结构标准层	187
3.1.4	定义第2、3结构标准层	193
3.1.5	定义第4结构标准层	194
3.1.6	第1荷载标准层荷载输入	194
3.1.7	第2荷载标准层荷载输入	203
3.1.8	第3荷载标准层荷载输入	205
3.1.9	第4荷载标准层荷载输入	208
3.1.10	设计参数输入	210
3.1.11	楼层组装	215
3.1.12	退出选项	218
3.2	平面荷载显示校核	218
3.2.1	人机交互输入荷载	219
3.2.2	楼面导算荷载	220
3.2.3	梁自重	221
3.2.4	竖向导荷	221
3.3	绘制结构平面施工图	224
3.3.1	参数定义	224
3.3.2	楼板计算	225
3.3.3	预制楼板	230
3.3.4	绘制结构平面布置图	230
第4章	钢框架结构设计电算实例——SATWE 部分	233
4.1	接 PM 生成 SATWE 数据	233
4.1.1	分析与设计参数补充定义	234
4.1.2	特殊构件补充定义	250
4.1.3	特殊风荷载定义	253
4.1.4	多塔结构补充定义	253

4.1.5	生成 SATWE 数据文件及数据检查	253
4.1.6	修改构件计算长度系数	254
4.1.7	水平风荷载查询和修改	255
4.1.8	各层平面简图	255
4.1.9	各层恒载简图	255
4.1.10	各层活载简图	255
4.1.11	结构轴侧简图	256
4.2	SATWE 结构内力分析和配筋计算	257
4.2.1	层刚度比计算	257
4.2.2	地震作用分析方法	257
4.2.3	线性方程组解法	258
4.2.4	位移输出方式	258
4.3	分析结果图形和文本显示	258
4.3.1	图形文件输出	259
4.3.2	文本文件输出	266
4.3.3	计算结果的分析、判断和调整	273
第 5 章	钢框架结构设计电算实例——构件和节点设计部分	279
5.1	构件设计	279
5.1.1	框架梁设计	279
5.1.2	框架柱设计	286
5.2	节点设计	291
5.2.1	梁柱节点设计	291
5.2.2	主次梁节点设计	297
5.2.3	柱脚设计	301
5.2.4	全楼节点设计	308
第 6 章	钢框架结构设计电算实例——JCCAD 部分	316
6.1	地质资料输入和基础人机交互输入	316
6.1.1	地质资料输入	316
6.1.2	基础人机交互输入	317
6.2	基础施工图绘制	338
6.2.1	基础平面施工图	338
6.2.2	基础详图	339
第 7 章	钢框架办公楼结构施工图	341
7.1	三维框架设计图	341
7.2	钢框架办公楼结构施工图绘制	342
第 8 章	钢框架 PK 电算结果与手算结果对比分析	379
8.1	框架 PK 电算与框架绘图	379
8.1.1	形成 PK 文件	379

8.1.2	PK 交互输入与优化计算	380
8.1.3	框架绘图	388
8.2	框架 PK 电算结果与手算结果对比分析	390
8.2.1	框架 PK 电算计算简图与手算计算简图对比	390
8.2.2	框架梁内力电算结果与手算结果对比分析	391
8.2.3	框架柱内力电算结果与手算结果对比分析	393
附录 常用钢结构设计资料		395
参考文献		422

第 1 章 钢框架结构设计必备知识

1.1 多层钢框架结构布置

1.1.1 多层钢框架结构体系

多层钢框架结构体系在多层民用建筑和工业建筑中应用十分广泛，结构层数一般不超过八层，总高度不超过 24m。在民用建筑中，多层钢框架结构多用于办公楼、商场、住宅、停车场、医院、宾馆、学校、会议展览中心等；在工业建筑中，多层钢框架结构多用于电子工业、机械工业的多层厂房、仓库、大型设备刚架、矿山采矿井架、近海石油钻井平台等。

多层钢框架结构是由钢梁和钢柱以一定的连接方式组成的结构体系，承受建筑物的各种荷载。竖向荷载有恒荷载、楼（屋）面活荷载、竖向地震作用；水平荷载有风荷载、水平地震作用等。当建筑物的层数较少，高度较小时，竖向荷载起控制作用，此时可以选择纯钢框架结构体系（简称为多层钢框架结构），如图 1-1 所示；当建筑物的层数较多，高度较大时，水平荷载起控制作用，结构体系除了设置承担竖向荷载的体系外，还应该设置

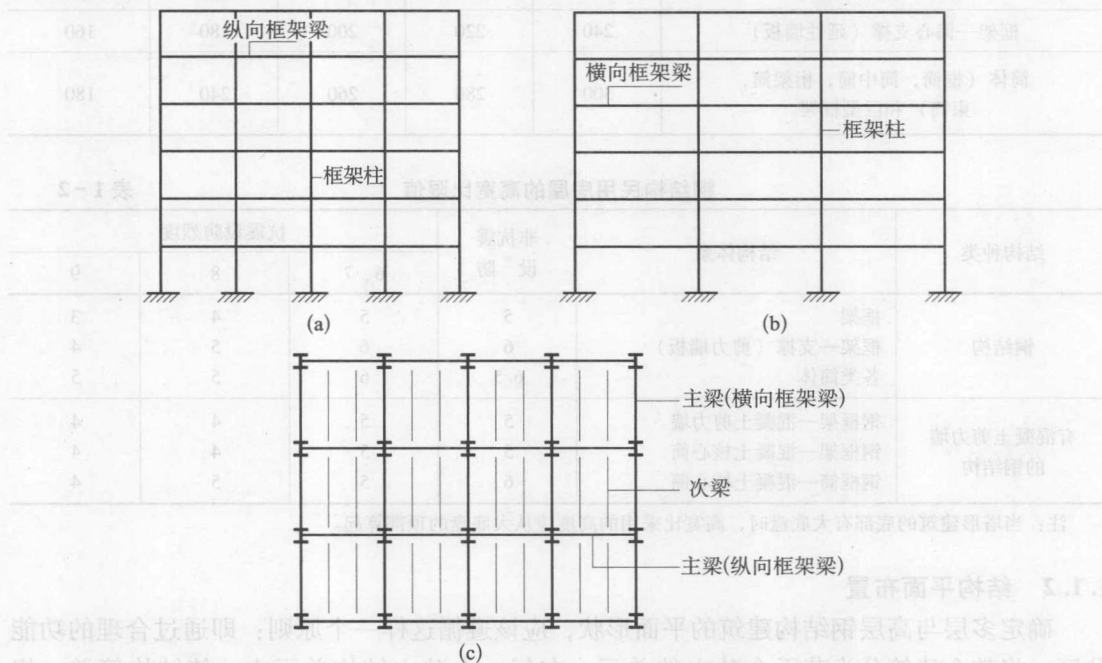


图 1-1 多层多跨钢框架结构体系

(a) 框架纵向结构布置；(b) 框架横向结构布置；(c) 框架平面图

承担水平荷载的体系，此时可以采用框架—支撑结构体系、框架—剪力墙结构体系或者筒体结构体系。本书主要讲解多层钢框架结构体系的手算和电算内容，也便于手算结果和电算结果的对比分析。多层钢框架结构的杆件类型少，构造简单，易于标准化和定型化，施工周期短。由于不设置抗侧力构件，在建筑平面设计中梁和柱的布置有较大的灵活性，可采用较大的柱距来提供较大的使用空间。为了保证整体结构的侧向刚度，多层钢框架结构中的梁柱连接节点及柱脚一般均做成刚性连接。

钢框架结构的侧向刚度主要取决于框架梁、框架柱的截面尺寸及其连接节点的刚度，通常情况下框架梁和框架柱的截面惯性矩都较小，层数较多时结构侧向变形较大，二阶效应显著，在地震作用下还容易引起非结构构件的破坏，这是纯钢框架结构的主要缺点，也因此限制了纯钢框架结构的使用高度。《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）依据抗震设防烈度和结构类型，对各类结构形式所适用的建筑高度作了规定，见表 1-1，从表中看出，与其他几种结构体系相比，钢框架结构的适用高度最低，比较适合于多层民用钢结构房屋。多高层房屋的横向刚度、风振加速度和房屋高宽比有关。一般认为高宽比超过 8 时，结构效能不佳。《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）规定了钢结构民用房屋的最大高宽比限值，见表 1-2。

钢结构房屋适用的最大高度（m）					表 1-1
结构类型	6、7 度 (0.10g)	7 度 (0.15g)	8 度		9 度 (0.40g)
			(0.20g)	(0.30g)	
框架	110	90	90	70	50
框架—中心支撑	220	200	180	150	120
框架—偏心支撑（延性墙板）	240	220	200	180	160
筒体（框筒，筒中筒，桁架筒，束筒）和巨型框架	300	280	260	240	180

钢结构民用房屋的高宽比限值					表 1-2
结构种类	结构体系	非抗震 设 防	抗震设防烈度		
			6、7	8	9
铜结构	框架	5	5	4	3
	框架—支撑（剪力墙板）	6	6	5	4
	各类筒体	6.5	6	5	5
有混凝土剪力墙 的钢结构	钢框架—混凝土剪力墙	5	5	4	4
	钢框架—混凝土核心筒	5	5	4	4
	钢框筒—混凝土核心筒	6	5	5	4

注：当塔形建筑的底部有大底盘时，高宽比采用的高度应从大底盘的顶部算起。

1.1.2 结构平面布置

确定多层与高层钢结构建筑的平面形状，应该遵循这样一个原则：即通过合理的功能分区，将整个建筑分为若干个独立的单元，在每一个独立结构单元内，使结构简单、规则、对称，减少偏心，刚度和承载力分布均匀，这样的结构受力明确、传力直接，有利于抵抗水平和竖向荷载，减少扭转影响，减少构件的应力集中。对于高层建筑的抗震设计，

更应注意平面形状的简单、规则、均匀，以减少震害。

一般的建筑平面形状可以采用具有两个或多个对称轴的正方形、矩形（矩形平面的长宽比不宜大于2）、正多边形、圆形、三角形等，这些建筑平面形状规则、对称，对抗震有利。在沿海地区，当风荷载成为高层建筑的控制性荷载时，宜采用风压较小的平面形状，如圆形、正多边形、椭圆形、鼓形等，以利于抗风设计。抗震设防时，建筑平面尺寸关系应符合表 1-3 和图 1-2 的要求。现代多层民用钢结构房屋大多应用于办公、娱乐、商业、住宅等，建筑功能复杂，结构设计往往受使用功能等诸多因素的制约，而不能完全符合结构抗震设计准则。当建筑平面形状超出表 1-3 的规定，属于表 1-4 中的类型时，则为平面不规则结构类型，需要在抗震计算和构造方面采取相应措施。

在建筑平面布置时，应优先考虑通过调整平面形状和尺寸，尽可能不设变形缝，以避免构造复杂，构件类型增多。若必须设置变形缝时，可将伸缩缝、防震缝和沉降缝三者综合考虑。

平面、凹凸部分长宽比和洞口宽度比限值 表 1-3

平面长宽比		凹凸部分长宽比		洞口宽度比
L/B	$L/B_{\max}$	l/b	$l'/B_{\max}$	$B'/B_{\max}$
≤ 5	≤ 4	≤ 1.5	≥ 1	≤ 0.5

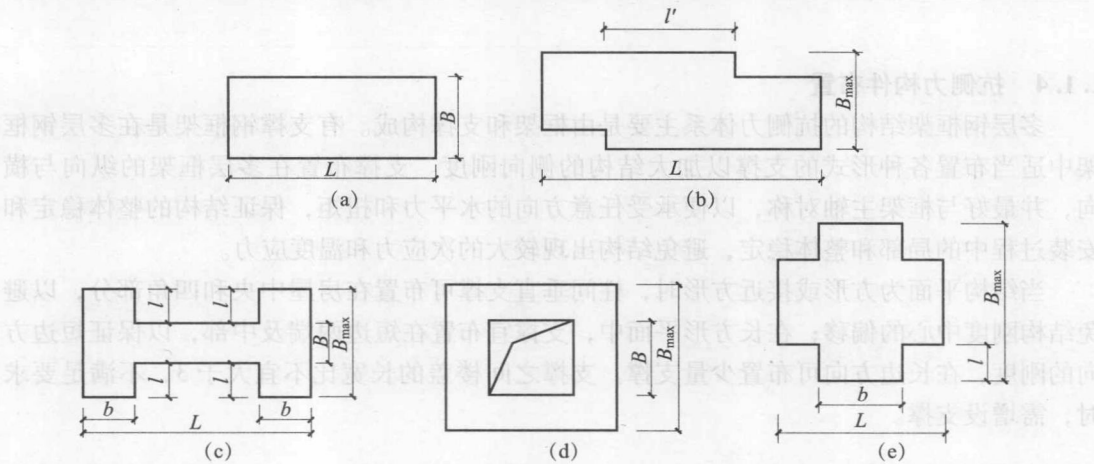


图 1-2 建筑平面尺寸关系

(a) 矩形平面；(b) Z 字形平面；(c) 工字形平面；(d) 筒形平面；(e) 十字形平面

平面不规则结构类型 表 1-4

不规则类型	定义
扭转不规则	楼层的最大弹性水平位移（或层间位移），大于该楼层两端弹性水平位移（或层间位移）平均值的 1.2 倍
凹凸不规则	结构平面凹进的一侧尺寸，大于相应投影方向总尺寸的 30%
楼板局部不连续	楼板的尺寸和平面刚度急剧变化，例如，有效楼板宽度小于该层楼板典型宽度的 50%，或开洞面积大于该楼面面积的 30%，或有较大的楼层错层

1.1.3 结构竖向布置

为了满足建筑物抗风和抗震设计要求，多高层钢结构房屋的立面形状应尽可能选择沿高度均匀变化的简单几何图形，如矩形、梯形、三角形或双曲线梯形。多高层钢结构的竖向布置应使结构刚度均匀连续，防止刚度突变和较大的结构转换，尽量避免出现表 1-5 所列的竖向不规则状况。在工程设计时，需要根据建筑结构出现建筑平面和立面、结构平面和竖向出现不规则的状况判定其不规则的程度。对于不规则的建筑结构，应按《建筑抗震设计规范》（GB 50011—2010）的要求进行水平地震作用计算和内力调整。对体型复杂，平面、立面特别不规则的建筑结构，可按实际需要在适当部位设置防震缝，把建筑分成几个较规则的抗侧力结构单元。防震缝宽应不小于相应钢筋混凝土结构房屋的 1.5 倍。

竖向不规则结构类型		表 1-5
不规则类型	定义	
侧向刚度不规则	该层的侧向刚度小于相邻上一层的 70%，或小于其上相邻三个楼层侧向刚度平均值的 80%；除顶层外，局部收进的水平向尺寸大于相邻下一层的 25%	
竖向抗侧力构件不连续	竖向抗侧力构件（柱、支撑、剪力墙）的内力由水平转换构件（梁、桁架等）向下传递	
楼层承载力突变	抗侧力结构的层间受剪承载力小于相邻上一楼层的 80%	

1.1.4 抗侧力构件布置

多层钢框架结构的抗侧力体系主要是由框架和支撑构成。有支撑钢框架是在多层钢框架中适当布置各种形式的支撑以加大结构的侧向刚度。支撑布置在多层框架的纵向与横向，并最好与框架主轴对称，以便承受任意方向的水平力和扭矩，保证结构的整体稳定和安装过程中的局部和整体稳定，避免结构出现较大的次应力和温度应力。

当结构平面为方形或接近方形时，柱间垂直支撑可布置在房屋中央和四角部分，以避免结构刚度中心的偏移；在长方形平面中，支撑宜布置在短边两端及中部，以保证短边方向的刚度，在长边方向可布置少量支撑。支撑之间楼盖的长宽比不宜大于 3，不满足要求时，需增设支撑。

1.2 钢框架结构设计基本要求

1.2.1 结构承载力计算

1. 无地震作用时

非抗震设防的多高层钢结构，以及抗震设防的多高层钢结构在不包含地震作用的效应组合中，结构各构件的承载力应满足下式要求：

$$\gamma_0 S \leq R \tag{1-1}$$

式中： γ_0 ——结构重要性系数；
 S ——荷载效应组合设计值；
 R ——结构构件承载力设计值。

2. 有地震作用时

进行多遇地震作用下多高层钢结构的设计验算时，结构各构件的承载力应满足下式要求：

$$S \leq \frac{R}{\gamma_{RE}} \tag{1-2}$$

式中：S——包含地震作用的荷载效应组合设计值；

R——结构构件承载力设计值；

γ_{RE} ——结构构件承载力抗震调整系数，按表 1-6 采用。当仅计算竖向地震作用时，各类构件承载力抗震调整系数均取 1.0。

进行结构抗震设计时，对结构构件承载力加以调整提高（因为 $\gamma_{RE} < 1.0$ ），主要考虑到下列因素：

- （1）地震作用是动力荷载，动力荷载作用下材料强度比静力荷载作用下材料强度高；
- （2）地震作用是偶然荷载，结构的抗震可靠度要求可比承受其他荷载的可靠度要求降低些。

承载力抗震调整系数 表 1-6

材料	结构构件	受力状态	γ_{RE}
钢	柱，梁，支撑，节点板件，螺栓，焊缝，柱，支撑	强度	0.75
		稳定	0.80
砌体	两端均有构造柱、芯柱的抗震墙 其他抗震墙	受剪	0.9
		受剪	1.0
混凝土	梁	受弯	0.75
	轴压比小于 0.15 的柱	偏压	0.75
	轴压比不小于 0.15 的柱	偏压	0.80
	抗震墙	偏压	0.85
	各类构件	受剪、偏拉	0.85

钢结构房屋应根据设防分类、烈度和房屋高度采用不同的抗震等级，并应符合相应的计算和构造措施要求。丙类建筑的抗震等级应按表 1-7 确定。

钢结构房屋的抗震等级 表 1-7

房屋高度	烈度			
	6	7	8	9
≤50m	四	四	三	二
>50m		三	二	一

注：1. 高度接近或等于高度分界时，应允许结合房屋不规则程度和场地、地基条件确定抗震等级；
2. 一般情况，构件的抗震等级应与结构相同；当某个部位各构件的承载力均满足 2 倍地震作用组合下的内力要求时，7~9 度的构件抗震等级应允许按降低一度确定。

1.2.2 结构变形验算

根据正常使用极限状态的要求，设计时应应对结构或构件的变形（如挠度或侧移）进行验算，也即满足相应的规定限值，以防止影响结构或构件的正常使用和观感。

1. 非抗震变形验算

一般情况下，受弯构件的挠度容许值详见表 1-8，计算结构构件的变形时，可不考虑螺栓孔对截面削弱所引起的影响。

受弯构件挠度容许值		表 1-8	
项次	构件类别	挠度容许值	
		$[v_T]$	$[v_Q]$
1	吊车梁和吊车桁架（按自重和起重量最大的一台吊车计算挠度）		
	(1) 手动吊车和单梁吊车（含悬挂吊车）	$l/500$	—
	(2) 轻级工作制桥式吊车	$l/800$	—
	(3) 中级工作制桥式吊车	$l/1000$	—
	(4) 重级工作制桥式吊车	$l/1200$	—
2	手动或电动葫芦的轨道梁	$l/400$	—
3	有重轨（重量等于或大于 38kg/m）轨道的工作平台梁	$l/600$	—
	有轻轨（重量等于或小于 24kg/m）轨道的工作平台梁	$l/400$	
4	楼（屋）盖梁或桁架、工作平台梁（第 3 项除外）和平台板		
	(1) 主梁或桁架（包括设有悬挂起重设备的梁和桁架）	$l/400$	$l/500$
	(2) 抹灰顶棚的次梁	$l/250$	$l/350$
	(3) 除（1）、（2）款外的其他梁（包括楼梯梁）	$l/250$	$l/300$
	(4) 屋盖檩条		
	支承无积灰的瓦楞铁和石棉瓦屋面者	$l/150$	—
	支承压型金属板、有积灰的瓦楞铁和石棉瓦等屋面者	$l/200$	—
	支承其他屋面材料者	$l/200$	—
5	(5) 平台板	$l/150$	—
	墙架构件（风荷载不考虑阵风系数）		
	(1) 支柱	—	$l/400$
	(2) 抗风桁架（作为连续支柱的支承时）	—	$l/1000$
	(3) 砌体墙的横梁（水平方向）	—	$l/300$
	(4) 支承压型金属板、瓦楞铁和石棉瓦墙面的横梁（水平方向）	—	$l/200$
	(5) 带有玻璃窗的横梁（竖直和水平方向）	$l/200$	$l/200$

注：1. l 为受弯构件的跨度（对悬臂梁和伸臂梁为悬伸长度的 2 倍）。

2. $[v_T]$ 为永久和可变荷载标准值产生的挠度（如有起拱应减去拱度）的容许值； $[v_Q]$ 为可变荷载标准值产生的挠度的容许值。

在风荷载标准值作用下，框架柱顶水平位移和层间相对位移不宜超过下列数值：

- | | |
|---------------------|---------|
| (1) 无桥式吊车的单层框架的柱顶位移 | $H/150$ |
| (2) 有桥式吊车的单层框架的柱顶位移 | $H/400$ |
| (3) 多层框架的柱顶位移 | $H/500$ |
| (4) 多层框架的层间相对位移 | $h/400$ |

其中， H 为自基础顶面至柱顶的总高度； h 为层高。

对室内装修要求较高的民用建筑多层框架结构，层间相对位移宜适当减小。无墙壁的多层框架结构，层间相对位移可适当放宽。在保证主体结构不开裂和装修材料不出现较大破坏的情况下，最大层间侧移限值可适当放宽。对轻型框架结构的柱顶水平位移和层间位移均可适当放宽。

2. 抗震变形验算

为满足“小震不坏，中震可修，大震不倒”的抗震要求，钢结构房屋应分别进行多遇地震与罕遇地震作用下结构侧移验算。

(1) 多遇地震结构侧移限值

《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)第5.5.1条规定：多遇地震作用下的结构抗震变形验算，其楼层内最大的弹性层间位移应符合下式要求：

$$\Delta u_e \leq [\theta_e] h \quad (1-3)$$

式中： Δu_e ——多遇地震作用标准值产生的楼层内最大的弹性层间位移；计算时，除以弯曲变形为主的高层建筑外，可不扣除结构整体弯曲变形；应计入扭转变形，各作用分项系数均应采用1.0；钢筋混凝土结构构件的截面刚度可采用弹性刚度；

$[\theta_e]$ ——弹性层间位移角限值，宜按表1-9采用；

h ——计算楼层层高。

弹性层间位移角限值

表 1-9

结构类别	结构体系	$[\theta_e]$
多高层钢结构	各类结构体系	1/250
钢-混凝土组合结构 型钢混凝土结构	型钢混凝土框架	1/550
	钢框架-混凝土抗震墙 钢框架-混凝土筒体	1/800
	型钢混凝土框架-混凝土抗震墙 型钢混凝土框架-混凝土筒体	
	钢框筒-混凝土核心筒 型钢混凝土框筒-混凝土核心筒	1/1000

(2) 罕遇地震作用下的弹塑性变形验算

在罕遇地震作用下，下列结构薄弱层（部位）应进行弹塑性变形验算：

- 1) 甲类建筑和9度时乙类建筑中的混凝土结构和钢结构。
- 2) 采用隔震和消能减震设计的结构。
- 3) 竖向不规则类型的高层建筑结构、7度Ⅲ、Ⅳ类场地和8度乙类建筑中的混凝土结构和钢结构、高度不大于150m的其他高层钢结构宜进行结构薄弱层（部位）的弹塑性变形验算。

结构薄弱层（部位）进行弹塑性变形验算时，可采用下列方法：

- 1) 多层钢结构可采用静力弹塑性分析方法或弹塑性时程分析法。
- 2) 规则结构可采用弯剪层模型或平面杆系模型，不规则结构可采用空间结构模型。

《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)第5.5.5条规定：结构薄弱层（部位）弹塑性层间位移应符合下式要求：

$$\Delta u_p \leq [\theta_p] h \quad (1-4)$$

式中： Δu_p ——弹塑性层间位移；

$[\theta_p]$ ——弹塑性层间位移角限值，可按表1-10采用；

h ——薄弱层楼层高度或单层厂房上柱高度。